

⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 44 17 083 A 1

⑮ Int. Cl. 6:  
**B 29 C 39/42**  
G 03 F 7/16  
B 29 C 35/08  
B 05 C 3/09  
B 05 C 1/02  
B 05 C 3/09  
B 05 C 11/10

⑯ Anmelder:  
EOS GmbH Electro Optical Systems, 82152 Planegg,  
DE

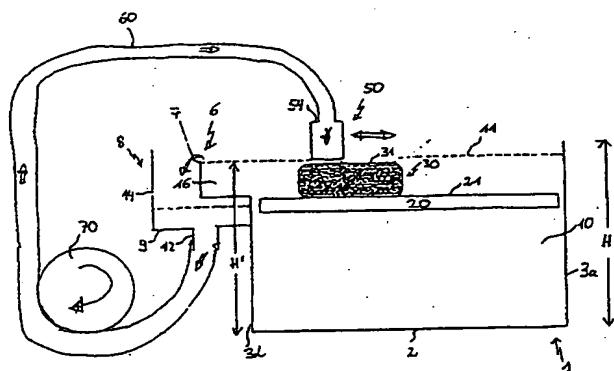
⑰ Vertreter:  
Prüfer und Kollegen, 81545 München

⑱ Erfinder:  
Retallick, David, Dr., 86505 Münsterhausen, DE;  
Reichle, Johannes, 81375 München, DE; Langer,  
Hans J., Dr., 82166 Gräfling, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑲ Beschichtungsvorrichtung, insbesondere für eine Einrichtung zum stereolithographischen Bilden eines dreidimensionalen Objekts

⑳ Eine Beschichtungsvorrichtung für eine Stereographieeinrichtung zum Bilden eines dreidimensionalen Objekts weist einen Hauptbehälter (1) mit einem Überlaufbehälter (8) auf. Beide Behälter sind durch eine Überlaufkante (7) getrennt. Diese Kante stellt das Niveau (11) der Polymerflüssigkeit (10) im Hauptbehälter (1) ein. Überfließende Flüssigkeit wird durch einen Schlauch (60) mit einer Schlauchpumpe (70) abgesaugt. Die abgesaugte Flüssigkeit wird mit einem Spender (50), der einerseits als Auftrageglied und andererseits als Glättglied fungiert, wieder auf die Polymeroberfläche bzw. das zu bildende Teil (30) aufgetragen. Hierbei bewegt sich der Spender (50) planparallel zur Polymeroberfläche. Überschüssige Flüssigkeit fließt wieder in den Überlaufbehälter ab und so schließt sich der Kreis. Die aufgetragene Schichtdicke wird bestimmt durch die Fördermenge der Pumpe (70) bzw. die Geschwindigkeit des Spenders (50).



DE 44 17 083 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09.95 508 047/75

6/37

DE 44 17 083 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Beschichtungsvorrichtung, insbesondere für eine Einrichtung zum stereolithographischen Bilden eines dreidimensionalen Objekts nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

In einer Stereolithographieeinrichtung werden dreidimensionale Objekte durch sukzessives schichtweises Verfestigen einer lichtaus härtbaren Substanz, in der Regel einer Photopolymerflüssigkeit, mittels UV-Licht entsprechend dem jeweiligen Querschnitt des Objekts gebildet. Das zu bildende Objekt wird von einem Träger unterstützt, der in ein Bad aus Polymerflüssigkeit getaucht ist. Nach Verfestigen einer Schicht aus Photopolymer befindet sich die Oberseite der verfestigten Schicht des Objekts auf der selben Höhe wie die Flüssigkeitsoberfläche des Bades.

In herkömmlichen Beschichtungsvorrichtungen wird eine neue Schicht aus Polymerflüssigkeit durch Absenken des Trägers in dem Flüssigkeitsbad um genau eine Schichtdicke erzeugt, so daß Polymerflüssigkeit aus dem Bad vom Rand her über die schon verfestigte Schicht zum Bilden der neuen Schicht fließen kann. Zum Beschleunigen des Beschichtungsvorgangs, insbesondere bei der Verwendung von Flüssigkeiten mit höherer Viskosität, wird mittels eines Spenders und eines Glättgliedes zusätzlich frische Polymerflüssigkeit auf die schon verfestigte Schicht aufgebracht und geglättet. Die Genauigkeit der eingestellten Schichtdicke hängt dabei ganz empfindlich von dem Flüssigkeitsniveau im Bad ab.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Beschichtungsvorrichtung für Stereolithographieeinrichtungen bereitzustellen, mit der eine genauere Einstellung der Schichtdicke einer jeweils zu verfestigenden Schicht eines zu bildenden dreidimensionalen Objektes möglich ist.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 1.

Der Überlauf an dem Hauptbehälter gewährleistet eine Konstanthaltung des Niveaus der Substanz in dem Hauptbehälter. Dadurch ist eine präzise Einstellung der Schichtdicke der zu verfestigenden Schicht durch Absenken der Vorrichtung zum Halten um einen der Schichtdicke entsprechenden Wert möglich. Außerdem ermöglicht die Zufuhr von Substanz mittels der Fördereinrichtung in die Vorrichtung zum Auftragen eine präzise Dosierung der Substanzabgabe durch dieselbe.

Weiterbildungen der Erfindungen sind in den Unteransprüchen gegeben.

Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeit der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Figuren.

Von den Figuren zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht durch eine Beschichtungsvorrichtung gemäß der Erfindung;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung des Spenders von Fig. 1 in vergrößertem Maßstab;

Fig. 3 eine perspektivische Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform der Überlaufkante von Fig. 1 in vergrößertem Maßstab.

Wie am besten aus Fig. 1 ersichtlich ist, weist die Beschichtungsvorrichtung einen Hauptbehälter 1 zur Aufnahme einer mittels elektromagnetischer Strahlung verfestigbaren Substanz 10, bevorzugt einer Polymerflüssigkeit, auf. Der Hauptbehälter weist einen Boden 2, bevorzugt mit rechteckigem Umriß, und diesen umgebende Seitenwände, ebenfalls bevorzugt mit rechteckigem Umriß, auf. Drei aneinandergrenzende Seitenwände 3a, 3b, 3c besitzen eine Höhe H während die vierte

Seitenwand 3d eine Höhe H' besitzt, wobei H' kleiner als H ist. Dadurch bildet die vierte Seitenwand 3d einen Überlauf 6 für die Polymerflüssigkeit in dem Hauptbehälter 1 in Form einer Überlaufkante 7 zum Abfließen überschüssiger Polymerflüssigkeit aus dem Hauptbehälter 1. Das Niveau 11 der Polymerflüssigkeit 10 in dem Hauptbehälter 1 ist durch die Höhe H', die durch die Überlaufkante 7 bestimmt ist, definiert. Die den Überlauf 6 bildende Seitenwand 3d beinhaltet eine Stufe, so daß der Hauptbehälter 1 im Bereich des Überlaufs 6 einen nach außen erweiterten Bereich 16 aufweist.

Der Hauptbehälter 1 kann auch andere Formen besitzen, und der Überlauf 6 kann auch beispielsweise durch ein Überlaufrohr realisiert werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Überlaufkante 7 Überlaufkanäle 17 in Form von V-förmigen Einschnitten mit sich jeweils nach unten in Richtung des Boden 2 des Hauptbehälters 1 verringern dem Querschnitt auf, wie aus Fig. 3 ersichtlich ist. Die Überlaufkanäle 17 ermöglichen ein der Menge an überschüssiger Polymerflüssigkeit (10) im Hauptbehälter (1) angepaßtes, kontrolliertes Abfließen der Flüssigkeit.

Die Beschichtungsvorrichtung weist weiter einen Boden und diesen umgebende Seitenwände aufweisenden Überlaufbehälter 8 zum Auffangen der aus dem Hauptbehälter 1 überfließenden Polymerflüssigkeit auf.

In dem Hauptbehälter 1 ist eine Plattform 20 zur Unterstützung eines zu bildenden Teiles 30 vorgesehen. Die Plattform 20 ist über einen — nicht gezeigten — Antrieb in vertikaler Richtung in dem Hauptbehälter 1 verfahrbar. Auf der der Flüssigkeitsoberfläche 11 zugewandten Seite 21 der Plattform 20 befindet sich das zu bildende Teil 30.

Über dem Hauptbehälter 1 ist ein parallel zur Flüssigkeitsoberfläche 11 über einen — nicht gezeigten — Antrieb verfahrbarer Spender 50 zur Abgabe von Polymerflüssigkeit 10 auf die Plattform 20 bzw. die zuletzt verfestigte Schicht des zu bildenden Teils 30 vorgesehen. Weiterhin ist eine — ebenfalls nicht gezeigte — Steuerung zum Einstellen der Verfahrgeschwindigkeit des Spenders 50 vorgesehen.

Wie aus den Figuren ersichtlich ist, ist der Spender 50 als ein sich quer über die Plattform 20 erstreckender Balken ausgebildet, der an seiner der Flüssigkeitsoberfläche 11 zugewandten Unterseite 51 eine Mehrzahl von Ausströmdüsen 52 zur Abgabe von Polymerflüssigkeit 10 aufweist. Die Ausströmdüsen 52 erstrecken sich entlang der Mittellinie des Balkens. An den Längsseiten der Unterseite 51 des Spenders 50 sind sich nach unten in Richtung der Flüssigkeitsoberfläche 11 der Polymerflüssigkeit 10 erstreckende Gummilippen 53 zum Glattstreichen der auf das zu bildende Teil 30 aufgetragenen Polymerflüssigkeitsschicht vorgesehen.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, weist der Spender 50 einen mit den Ausströmdüsen 52 verbundenen Eingang an seiner der Flüssigkeitsoberfläche abgewandten Seite 54 auf. Dieser ist über einen Schlauch 60 mit einem als Überlaufbehälter 8 ausgebildeten Vorratsbehälter verbunden. Eine Schlauchpumpe 70 ist zum Fördern der durch das Abflußrohr 12 aus dem Überlaufbehälter 8 in den Schlauch 60 abfließenden Polymerflüssigkeit 10 in den Spender 50 vorgesehen. Die Schlauchpumpe 70 weist eine — nicht gezeigte — Steuerung zum Steuern der Menge der zu fördernden Polymerflüssigkeit 10 auf.

Anstelle der Schlauchpumpe 70 ist in einer abgewandelten Ausführungsform eine Zahnradpumpe, eine Membranpumpe oder eine Kolbenpumpe vorgesehen.

Der Betrieb der in Fig. 1 gezeigten Beschichtungs-

vorrichtung ist so, wie im Folgenden beschrieben:  
 Die das zu bildende Teil 30 auf ihrer Oberseite 21 tragende Plattform 20 wird, nachdem eine zuvor gebildete Schicht aus Polymerflüssigkeit verfestigt ist, um die Schichtdicke der nächsten zu verfestigenden Schicht in 5 Schichtdicke der Polymerflüssigkeit 10 enthaltenden Hauptbehälter 1 abgesenkt. Je nach nach Viskosität der Polymerflüssigkeit 10 wird die Oberseite 31 des zu bildenden Teils 30, welche die zuletzt verfestigte Schicht darstellt, 10 schnell oder langsam durch die nachfließende Polymerflüssigkeit 10 benetzt. Ist die Viskosität der Polymerflüssigkeit hoch, so fließt diese zunächst von den Rändern der Oberseite 31 des zu bildenden Teils 30 her nach und nach über die Oberseite. Mit dem Spender 50 wird so 15 dann eine der gewünschten Schichtdicke entsprechende, genau dosierte Menge an Polymerflüssigkeit 10, die durch die Einstellung der Steuerung bestimmt ist, auf die Oberseite 31 des zu bildenden Teils 30 aufgetragen. Dabei wird der Spender 50, wie in Fig. 1 gezeigt ist, planparallel zur Flüssigkeitsoberfläche 11 der Polymerflüssigkeit 10 in dem Hauptbehälter 1 verfahren. Die durch die in Fig. 2 gezeigten Ausströmdüsen 52 des Spenders 50 austretende Polymerflüssigkeit wird jeweils durch die in Fahrtrichtung des Spenders 50 hinter den Ausströmdüsen 52 angebrachte Gummilippe 53 geglättet. 20 Dabei wird die aufgetragene Schichtdicke durch die Fördermenge der Schlauchpumpe 70 bzw. die Verfahrgeschwindigkeit des Spenders 50 bestimmt.

Durch das Auftragen von Polymerflüssigkeit 10 durch den Spender 50 steigt das Niveau 11 der Polymerflüssigkeit 10 in dem Hauptbehälter 1. Dies führt zum Überlaufen überschüssiger Polymerflüssigkeit 10 über die Überlaufkante 7 in den Überlaufbehälter 8. Aufgrund der in Fig. 3 gezeigten Überlaufkanäle 17 der Überlaufkante 7 in Form von V-förmigen Einschnitten findet ein der jeweiligen überschüssigen Flüssigkeitsmenge angepaßtes kontrolliertes Überfließen der Polymerflüssigkeit 10 statt. Somit weist die Flüssigkeitsoberfläche 11 der Polymerflüssigkeit 10 zum Zeitpunkt des Verfestigens der neu aufgetragenen Schicht gemessen vom Boden 2 des Hauptbehälters eine konstante Höhe H' auf. Die Konstanthaltung des Niveaus der Polymerflüssigkeit 10 gewährleistet eine präzise Einstellung der Dicke der zu verfestigenden Polymerflüssigkeitsschicht auf der Oberseite 31 des zu bildenden Teils 30.

Nachdem der Spender 50 die für eine neue Schicht erforderliche Polymerflüssigkeit 10 auf die Oberseite 31 des zu bildenden Teils 30 abgegeben hat, wird er in eine Ruhestellung über dem erweiterten Bereich 16 des Hauptbehälters 1 gefahren zum Freigeben der Oberfläche 31 für die anschließend an die Beschichtung stattfindende Belichtung.

Die vom Hauptbehälter 1 über die Überlaufkante 7 in den Überlaufbehälter 8 überfließende Polymerflüssigkeit 10 wird mittels der Schlauchpumpe 70 über den Schlauch 60 vom Überlaufbehälter 8 an den Spender 50 gefördert, der sie beim nächsten Beschichtungsvorgang wieder abgibt.

## Patentansprüche

60

1. Beschichtungsvorrichtung, insbesondere für eine Einrichtung zum stereolithographischen Bilden eines dreidimensionalen Objekts (30), mit einem Hauptbehälter (1) zur Aufnahme einer mittels elektromagnetischer Strahlung verfestigbaren Substanz (10), einer Vorrichtung (20) zum Tragen des zu bilden-

den dreidimensionalen Objekts (30) in dem Hauptbehälter (1) und einer Vorrichtung (50) zum Auftragen einer Schicht der Substanz (10) über der Vorrichtung (20) bzw. über einer bereits verfestigten Schicht des dreidimensionalen Objekts (30), dadurch gekennzeichnet, daß

der Hauptbehälter (1) einen Überlauf (6) zum Einstellen des Niveaus (11) der Substanz (10) in dem Hauptbehälter (1) aufweist und daß ein Vorratsbehälter (8) und eine den Vorratsbehälter (8) mit der Vorrichtung (50) zum Auftragen verbindende Leitung (60) und eine Förderpumpe (70) vorgesehen sind.

2. Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorratsbehälter (8) als ein mit dem Hauptbehälter (1) über den Überlauf (6) verbundener Überlaufbehälter ausgebildet ist.

3. Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitung als Schlauch (60) und die Förderpumpe als Schlauchpumpe (70) ausgebildet ist.

4. Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Förderpumpe (70) als Zahnradpumpe ausgebildet ist.

5. Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Förderpumpe (70) als Membranpumpe ausgebildet ist.

6. Beschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Förderpumpe (70) eine Steuerung zum Steuern der Fördermenge der Substanz (10) aufweist.

7. Beschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Überlauf (6) eine Überlaufkante (7) aufweist.

8. Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Überlaufkante (7) Überlaufkanäle (17) in Form von V-förmigen Einschnitten aufweist.

9. Beschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (50) zum Auftragen einer gleichmäßigen Schicht der Substanz (10) an ihrem dem Hauptbehälter (1) zugewandten Ende einen Spender (50) aufweist.

10. Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Spender (50) an seiner dem zu bildenden Objekt (30) zugewandten Seite eine Mehrzahl von Ausströmdüsen (52), durch die die Substanz (10) ausströmt, aufweist.

11. Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Spender (50) an seiner dem zu bildenden Objekt (30) zugewandten Seite ein Glättglied (53) zum Glätten einer aufgetragenen Schicht der Substanz (10) aufweist.

12. Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Glättglied Gummilippen (53) aufweist.

13. Beschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Antrieb zum Bewegen des Spenders (50) planparallel zur Oberfläche der Substanz (10) und über dem zu bildenden Objekt (30) vorgesehen ist.

14. Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb so ausgebildet ist, daß die Geschwindigkeit, mit der der Spender (50) bewegt werden kann, einstellbar ist.

15. Beschichtungsvorrichtung nach einem der An-

sprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die mittels elektromagnetischer Strahlung verfestigbare Substanz (10) eine Polymerflüssigkeit ist.

16. Beschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (20) zum Tragen des zu bildenden dreidimensionalen Objekts (30) als Plattform ausgebildet ist. 5

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

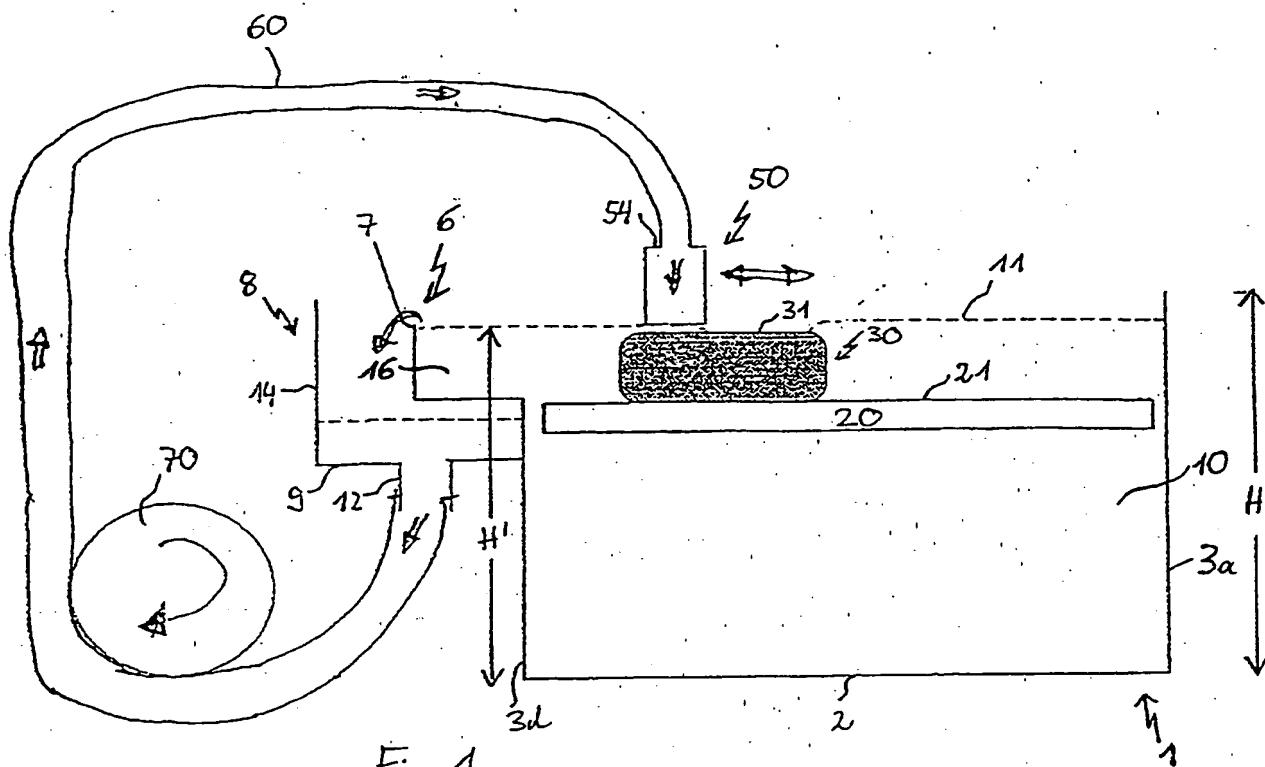


Fig. 1

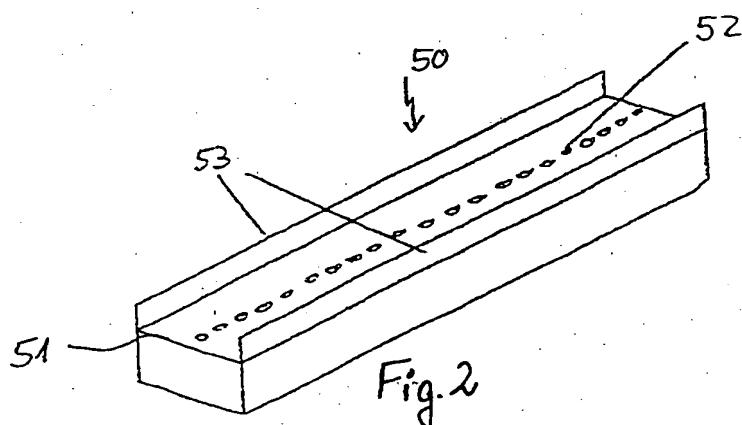


Fig. 2

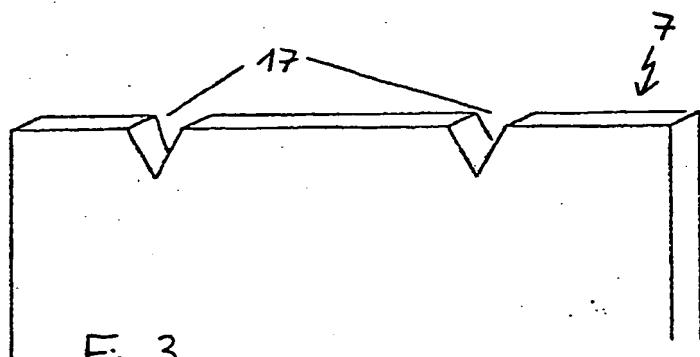


Fig. 3